Zeitschrift: Umweltradioaktivität und Strahlendosen in der Schweiz = Radioactivité de l'environnement et doses de rayonnements en Suisse = Radioattività dell'ambiente e dosi d'irradiazione in Svizzera

Herausgeber: Bundesamt für Gesundheit, Abteilung Strahlenschutz

Band: - (2003)

Rubrik: Die Überwachung der Umweltradioaktivität in der Schweiz

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 14.12.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

1. DIE ÜBERWACHUNG DER UMWELTRADIOAKTIVITÄT IN DER SCHWEIZ

H. Völkle
Sektion Überwachung der Radioaktivität (SUER), Bundesamt für Gesundheit
Ch. du Musée 3, 1700 FRIBOURG

Zusammenfassung

Grundsätze und Zielsetzungen des Überwachungsprogrammes werden dargelegt sowie Kriterien für die Auswahl von Probenahmestellen und Messverfahren, wie auch der Bezug zur Schweizer Gesetzgebung und internationalen Empfehlungen. Das Bundesamt für Gesundheit koordiniert das Messprogramm, sammelt und bewertet die Ergebnisse und veröffentlich diese in jährliche Berichten. Die Zusammenarbeit verschiedener Institutionen von Bund, Kantonen und Hochschulen nutzt Synergien und gemeinsame Interessen.

1.1 Veranlassung und Ziel der Überwachung

Die Überwachung der Umweltradioaktivität begann in der Schweiz 1956, durch die Ernennung der Eidgenössischen Kommission zur Überwachung der Radioaktivität durch den Bundesrat. Überwacht wurde anfänglich der radioaktive Ausfall der Kernwaffenversuche; später trat die Überwachung von Kernanlagen, sowie Betrieben und Spitälern, die Radionuklide verwenden, in den Vordergrund. Auch die natürliche Radioaktivität, insbesondere das Radon wird erfasst, vor allem dort wo dieses zu nennenswerten Strahlendosen führen kann. Das BAG veröffentlicht die Messergebnisse in den jährlichen Berichtes zu Umweltradioaktivität und Strahlendosen [1].

1.2 Gesetzliche Vorgaben

Gesetzliche Basis für die Überwachung ist die Schweizer Strahlenschutzverordnung (StSV: [2]), die dem BAG diese Aufgabe überträgt. Beurteilungsgrössen sind die Immissionsgrenzwerte für Luft und Wasser gemäss Art. 102 bzw. im Anhang 3, d.h. CA/300 für die Luft (CA = Arbeitsplatz-Richtgrenze) und LE/50 für das Wasser (LE = Freigrenze). Bei Dauerexposition führen diese Werte zu je 0.2 mSv pro Jahr. Für die Lebensmittel gelten die Toleranz- und Grenzwerte (s. Tabelle 1) gemäss FIV (Fremd- und Inhaltsstoffverordnung [3]). Für die Bevölkerung ("nichtberuflich strahlenexponierte Personen") darf die effektive Dosis durch künstliche Strahlenquellen (ohne natürliche Radioaktivität oder medizinische Anwendungen) 1 mSv pro Jahr nicht übersteigen (Art. 37).

1.3 Grundsätze der Überwachung

Die Anforderungen für ein Messprogramm hängen von der Zielsetzung ab. Ein ***Monitoringprogramm*** soll in erster Linie feststellen, ob vorgegebene Immissionsgrenzwerte eingehalten sind. Eine "verdachtsorientierte" Stichprobenerhebung dort wo mit den grössten Immissionen bzw. den grössten radiologischen Auswirkung gerechnet wird, genügt meist dieser Zielsetzung. Ein ***Umweltmessprogramm*** soll für die gewählte Messgrösse für bestimmte Gebiet und Zeitintervalle die tatsächlichen Werte und deren örtliche und zeitliche Variationen ermitteln. Hier sollen die Probenahmen nach statistischen Kriterien vorgenommen werden, wobei eine grössere Empfindlichkeit gefordert werden als beim Monitoringprogramm, damit daraus die Strahlendosen hergeleitet werden können. ***Wissenschaftliche Programme*** dienen der Überprüfung radioökologischer Modelle und der Bestimmung von Modellparametern. Hier sind statistische Gesichtspunkte bei der Wahl der Proben zu berücksichtigen und die Messempfindlichkeit soll die Verifikation der dem Modell zugrundegelegten Hypothesen ermöglichen bzw. die Bestimmung der Modellparameter.

Die Radioaktivitätsüberwachung hat folgende Ziele:

1) Verfolgen der grossräumig verbreiteten, natürlichen und künstlichen Radioaktivität um Veränderungen, Akkumulationen und Trends frühzeitig zu erkennen;
2) die Überwachung der Umgebung von Kernanlagen und Betrieben, die radioaktive Stoffe verwenden;
3) die Ermittlung der Strahlendosen der Bevölkerung und ihrer zeitlichen und räumlichen Variationen.

Die folgenden Aspekte sind bei der Auswahl der Messstellen massgebend:

1) Menge und Zusammensetzung der Emissionen bei Normalbetrieb und Störfällen;
2) Ausbreitungsbedingungen in Luft und Wasser, Transportvorgänge in der Umwelt;
3) Geländestruktur,
4) Bevölkerungsverteilung,
5) Erzeugte landwirtschaftliche Produkte.

Die folgenden Kriterien sind bei der Auswahl der Probenahme- und Messverfahren zu berücksichtigen:

1) **Empfindlichkeit** des Verfahrens; daraus leiten sich die erforderlichen Nachweisgrenzen ab;
2) **Spezifizität** des Verfahren bezüglich bestimmter Nuklide oder Emissionspfade;
3) **Unterscheidbarkeit** zwischen Immissionen eines Betriebes und einer Vorbelastung aus einer anderen Immissionsquelle, bzw. durch den natürlichen Untergrund;
4) **Räumliches** oder **zeitliches** Auflösungsvermögen (etwa Stunden-, Tages-, Monats- oder Jahreswerte; oder: Milch einer Kuh, eines Hofes, eines Dorfes oder einer Region);
5) **Aufwand**: Kosten, erforderliche Qualifikation der Mitarbeiter;
6) **Ortsfeste** oder **mobile** Probenahme- oder Messstellen (erstere zur Erfassung langfristiger Veränderungen und Einflüsse an einer Stelle, letztere bei Stör- und Unfällen entsprechend den momentanen Ausbreitungsbedingungen);
7) **Schnelligkeit** einer Probenahme- oder Messmethode;
8) Bedarf an **vor-Ort-Messungen** (z.B. durch automatische Überwachungsnetze mit Datenfernübertragung wie NADAM, MADUK oder RADAIR).

1.4 Organisation und Zusammenarbeit

Die Organisation und die nationale Zusammenarbeit erfolgt nach folgenden Grundsätzen:

1) Vorhandene fachliche Kompetenz und Messkapazität, sowie gemeinsame Interessen und Synergien ausnutzen (s. Tab. 2);
2) Zusammenarbeit mit allen Stellen beim Bund, den Hochschulen, Forschungsinstituten, die entsprechende Kompetenzen und Messkapazität haben;
3) Regeln der Zusammenarbeit in Verträgen, Übereinkommen und Abmachungen;
4) Koordination des Messprogrammes durch das Bundesamt für Gesundheit: Festlegen des Überwachungsprogrammes, Sammeln, Auswerten und Veröffentlichen der Daten [1], Veranlassen von Massnahmen im Bedarfsfall;
5) Regelmässige Meldung der Daten durch die Laboratorien,
6) Sofortige Meldung von erhöhten Messwerten, Überschreitung von Immissions- , Toleranz- oder Grenzwerten;
7) Bereitstellen einer nationalen, elektronischen Datenbank zur Erfassung aller Daten;
8) Anwendung von Zertifizierung und Akkreditierung als QM-Massnahmen (s. Kap. 1.5);
9) Bei erhöhter Radioaktivität, wenn Schutzmassnahmen für die Bevölkerung erforderlich sind, kommen die Nationale Alarmzentrale (NAZ) und die Einsatzorganisation für erhöhte Radioaktivität zum Zug.

Die Kompetenzzentren für die wichtigsten Überwachungsbereiche sind in Tabelle 2 aufgelistet.

1.5 QM-Massnahmen

Akkreditierung, Zertifizierung und Notifizierung dienen als QM-Massnahmen der Kompetenzfeststellung eines Laboratoriums um dessen Zuverlässigkeit, die Qualität und Richtigkeit der Analysenergebnisse und der daraus gewonnen Informationen sicherzustellen. Ergänzende Massnahmen sind die Vereinheitlichung von Probenahme- und Messverfahren (s. [4] bis [7]) sowie die regelmässige Teilnahme der Laboratorien an Ringversuchen und Vergleichsmessungen.

Bei der **Zertifizierung** nach ISO 9001 wird geprüft und in einem Zertifikat bestätigt, dass ein Unternehmen oder einzelne Bereiche desselben, konform ist zu bestimmten (international anerkannten) Anforderungen oder Normen. Der Prozess «Umweltüberwachung» der Abteilung Strahlenschutz des Bundesamtes für Gesundheit wurde im Sommer 2001 entsprechend zertifiziert. Als Ziele dieses Prozesses sind:

1) Die «Produkte» (Berichte, Publikationen, Auskunftsmöglichkeiten) sind bekannt,
2) Die «Kunden» wissen, dass eine umfassende Überwachung durch kompetente und neutrale Stellen durchgeführt wird und wo sie Auskünfte über Radioaktivität und Strahlung erhalten;
3) die beteiligten Laboratorien sind akkreditiert und liefern glaubwürdige Resultate;
4) die Daten werden fristgerecht gesammelt, verarbeitet interpretiert und veröffentlicht;
5) bei erhöhten Messwerten oder Ereignissen mit Radioaktivität wird rasch gehandelt.

Bei der Bewertung der Überwachung (Erfolgskenngrössen) werden folgende Kriterien angewendet:

1) Einhaltung des Überwachungsprogrammes,
2) fristgerechte Erfassung und Veröffentlichung der Daten,
3) Brauchbarkeit und Glaubwürdigkeit der Daten,
4) Öffentlichkeit und Medien nutzen die Auskunftsmöglichkeiten beim BAG und den Zugang zu den Information auf dem Internet.

Bei der **Akkreditierung** nach ISO 17'025 wird geprüft, ob ein Laboratorium die fachliche Kompetenz hat, bestimmte Untersuchungen (gemäss Geltungsbereich) nach gegebenen Kriterien durchzuführen und ob die Produkte (Messergebnisse) vorgegebenen Qualitätsanforderungen genügen. Sie wird durch eine staatliche Stelle erteilt, in der Schweiz beispielsweise durch das Bundesamt für Messwesen und Akkreditierung METAS (http://www.metas.ch).

1) Sie ermöglicht eine verbesserte, gegenseitige Akzeptanz der Untersuchungsbefunde, insbesondere privater Auftragnehmer gegenüber dem nationalen und internationalen Bereich, da sie die Eignung des Labors zur Durchführung solcher Anaylsen dokumentiert;
2) Sie gibt klare Regelungen im Bezug auf die Zuständigkeit, Rechte und Pflichten der Mitarbeiter;
3) Alle Verfahren und Abläufe (Prozesse) sind eindeutig festgelegt;
4) Aufgrund der geregelten Dokumentation können Daten und Informationen schneller aufgefunden werden;
5) Diese erhöhte Transparenz fördert Sicherheit und Vertrauen in die eigene Arbeit bei den Mitarbeitern; erleichtert die Einarbeitung neuer Mitarbeiter im allgemeinen Arbeitsablauf und in den Analysenmethoden, die einfache Vertretung der Mitarbeiter untereinander und den Wiedereinstieg in länger nicht verwendete Methoden;
6) Sie ermöglicht durch Optimierung der Abläufe einen kontinuierlichen Verbesserungsprozess;
7) Sie ermöglicht eine bessere Kompatibilität mit Regelwerken und Normen;
8) Sie fördert die Glaubwürdigkeit der Ergebnisse, die internationale Anerkennung und Vergleichbarkeit der Verfahren und Resultate sowie die juristische Belastbarkeit der Befunde;
9) Sie kann Voraussetzung sein für behördliche Genehmigungen.

Mit wenigen Ausnahmen sind in der Schweiz alle an der Überwachung der Umweltradioaktivität beteiligten Laboratorien akkreditiert.

1.6 Labordatenbank « ENVIRA »

Das BAG, das gemäss Strahlenschutzverordnung mit der Überwachung der Radioaktivität in der Umwelt beauftragt ist, hat 2003 ein Projekt zur zentralen, elektronischen Erfassung aller Radioaktivitätsdaten gestartet. Die wichtigsten Grundsätze sind die folgenden:

1) Verarbeitete Daten: Lebensmittel, Gras, Boden, Luft, Regen, Wasser;
2) Beteiligte Laboratorien: SUER, Labor Spiez, IRA, EAWAG, PSI, Kantonale Laboratorien,
3) Grundsatz: Alle Daten werden in einer zentralen Datenbank erfassen,
4) Die Datenübermittlung soll beschleunigt werden;
5) Es sollen im Normalfall wie im Ereignisfall die gleichen Datenwege benutzt werden;
6) Alle beteiligten Labors haben Zugriff zu den Daten;
7) Die Archivierung und Sicherung der Daten soll garantiert werden;
8) Ständiger Datenaustausch mit der NAZ.

1.7 Liste der beteiligten Stellen und der verwendeten Abkürzungen

1) **SUER**: Sektion Überwachung der Radioaktivität, Bundesamt für Gesundheit, Chemin du Musée 3, CH-1700 Fribourg
2) **RADAIR**: Automatisches Netz zur Überwachung der Radioaktivität der Luft: 11 Alpha-Beta-Monitore, 2 Jod-Monitore, 1 nuklidspezifischer Monitor
3) **Uni BE**: Physikalisches Institut, Abteilung Klima- und Umweltphysik Universität Bern
4) **ETH-Z**: Forschungsgruppe Geothermik und Radiometrie, Institut für Geophysik der Eidg. Technischen Hochschule Zürich
5) **IRA**: Institut Universitaire de Radiophysique Appliquée, Lausanne
6) **Labor Spiez**: Fachsektion Physik, Labor 'Spiez, Gruppe Rüstung, VBS, Spiez
7) **EAWAG**: Gruppe Radioaktive Tracer, Abt. SURF der Eidg. Anstalt für Wasserversorgung, Abwasserreinigung und Gewässerschutz, Dübendorf
8) Institut **Forel**: Universität Genf, Versoix
9) **CHYN**: Centre d'Hydrogéologie der Universität Neuenburg
10) **Kantonale Laboratorien**: Kantonale Lebensmittelkontrolle
11) **PSI**: Abteilung Strahlenschutz, Sicherheit und Entsorgung, Paul Scherrer Institut, Villigen-PSI
12) **NAZ**: Nationale Alarmzentrale, GS-VBS, Zürich
13) **NADAM**: Automatisches nationales Dosiswarnnetz bestehend aus 58 Stationen
14) **HSK**: Hauptabteilung für die Sicherheit der Kernanlagen, Villigen-PSI
15) **MADUK**: Automatisches Dosiswarnnetz für die Umgebung der Kernanlagen, bestehend aus je 12 bis 18 Stationen pro Kernkraftwerk
16) **Kantonsspital BS**, Abteilung für Radiologische Physik, Kantonsspital Basel-Stadt
17) **Kantonsspital GE**, Division den médecine nucléaire, Hôpital Universitaire Cantonal Genève
18) **Suva**: Bereich Physik, Abteilung Arbeitssicherheit, Suva, Luzern

19) **BAG-SAB**: Sektion Aufsicht und Bewilligungen, Bundesamt für Gesundheit, Bern

20) **BAG-FRn**: Fachstelle Radon, Bundesamt für Gesundheit, Bern

1.8 Quellenangaben

[1] Jahresberichte des BAG: Umweltradioaktivität und Strahlendosen in der Schweiz: http://www.bag.admin.ch/strahlen/ion/umwelt/d/index.htm

[2] Schweizerisches Strahlenschutzgesetz (StSG) vom 22. März 1991: http://www.admin.ch/ch/d/sr/c814_50.html und Strahlenschutzverordnung (StSV) vom 22. Juni 1994: http://www.admin.ch/ch/d/sr/c814_501.html

[3] Verordnung über Fremd- und Inhaltsstoffe in Lebensmitteln (Fremd- und Inhaltsstoffverordnung, FIV): http://www.admin.ch/ch/d/sr/c817_021_23.html

[4] Messanleitung für die Überwachung der Radioaktivität in der Umwelt; BMU Bonn, Gustav Fischer-Verlag

[5] Environmental Measurement Laboratory (EML) Procedures Manual, US Dep. of Energy, New York, Ausgabe Nov. 1990-92

[5a] Environmental Measurement Laboratory (EML) Procedures Manual, US Dep. of Energy, New York, Ausgabe Februar 1997: http://www.eml.doe.gov/publications/procman

[6] Fachverband für Strahlenschutz: Empfehlungen zur Überwachung der Umweltradioaktivität; Lose-Blatt-Sammlung: Grundsätze, Messprogramme, Empfehlungen zur Probenahme und Messung; Nachweisgrenzen, Berichterstattung etc.: http://www.fs.fzk.de/arbkreise/aku/StartseiteLBS.pdf

[7] Empfehlungen der EU zur Überwachung der Umweltradioaktivität: COMMISSION RECOMMENDATION of 8 June 2000 on the application of Article 36 of the Euratom Treaty concerning the Monitoring of the levels of radioactivity in the environment for the purpose of assessing the exposure of the population as a whole (Document C(2000) 1299, 2000/473/Euratom).

[8] H. Völkle: Die Radioaktivität der Atmosphäre, StrahlenschutzPRAXIS 4/2001, pp. 74-78.

Tabelle 1
Toleranz- und Grenzwerte für Radionuklide in Lebensmitteln gemäss Verordnung über Fremd- und Inhaltsstoffe (FIV) in Bq/kg [3]

Radionuklid bzw. Radionuklidgruppe	**Toleranzwert Bq/kg**	**Grenzwert Bq/kg**			
	alle Lebensmittel	Lebensmittel allgemein	flüssige Lebensmittel	Säuglings-anfangsnahrung	Lebensmittel von geringer Bedeutung
Tritium	1'000	10'000	10'000	3'000	100'000
Kohlenstoff-14	200	10'000	10'000	1'000	100'000
Strontiumisotope	1	750	125	75	7'500
Iodisotope	10	2'000	500	150	20'000
künstliche Alphastrahler *(z.B. ^{239}Pu, ^{241}Am)*	0.1	80	20	1	800
Radionuklide der Uran- und Thoriumreihen: • Gruppe I: ^{224}Ra, ^{228}Th, ^{234}U, ^{235}U, ^{238}U	—	50	10	10	500
• Gruppe II: ^{210}Pb, ^{210}Po, ^{226}Ra, ^{228}Ra, ^{230}Th, ^{232}Th, ^{231}Pa	—	5 (**)	1	1	50
Übrige Radionuklide *(z.B. ^{134}Cs, ^{137}Cs, jedoch ohne ^{40}K)*	10 (*)	1'250	1'000	400	12'500

(*) Toleranzwert für Cäsiumisotope in Wildfleisch und Wildpilzen: 600 Bq/kg (^{134}Cs und ^{137}Cs zusammen)
(**) Grenzwert für Meerestiere: 150 Bq/kg (gilt insbesondere für ^{210}Po)

Tabelle 2
Überwachungsbereiche und Kompetenzzentren

Bereich:	überwacht wird:	Kompetenzzentren:
Atmosphäre	- Aerosole, Niederschläge - ^{14}C, Edelgase - Aeroradiometrie	- SUER[1] inkl. RADAIR[2] - Uni Bern[3] - PSI[11] (früher ETH-Z[4]), NAZ[12]
Deposition	- Boden, Bewuchs, in-situ - ^{90}Sr- und Alpha-Messung	- SUER[1], IRA[5] und Labor Spiez[6]
Aquatisches Milieu	- Gewässer, Fische, Sedimente - Grund- und Quellwasser, Deponien	- EAWAG[7], Institut Forel[8], Labor Spiez[6] - CHYN[9]
Lebensmittel	- Milch, Getreide, Gemüse, Wild, Pilze, etc.	- Kantonale Laboratorien[10]
Dosis	- γ- und n-Dosen - automatische Dosiswarnnetze	- PSI[11], IRA[5] - NAZ[12], NADAM[13], HSK[14], MADUK[15]
menschlicher Körper	- Ganzkörpermessungen - ^{90}Sr in Knochen und Zähnen	- PSI[11], Kantonsspitäler Basel[16], Genf[17] - IRA[5]
Kernanlagen	- Emissionen, Umgebung	- HSK[14], SUER[1]
Betriebe	- Emissionen, Umgebung	- Suva[18], SUER[1]
Spitäler	- Emissionen	- BAG-SAB[19]
Radon	- Radon in Häusern und im Boden	- BAG-FRA[20], SUER[1]

[1]...[19] Liste der Abkürzungen s. Schluss des Beitrages

Tabelle 3
Das Messprogramm im Überblick

Expositionspfade	Probenahmestellen	Proben und Messung
Ortsdosen (externe Gamma-Strahlung)	- automatische Überwachung der Ortsdosen: landesweit mit NADAM und in der Umgebung der KKW mit MADUK - TLD in der Nahumgebung von KKW und Forschungsanlagen (PSI und CERN)	- NADAM: 58 Stellen, Betrieb durch die Nationale Alarmzentrale NAZ (landesweites Dosis-Warnnetz) - MADUK: je 12-18 Stellen Betrieb durch die HSK - TLD (γ-Komponente) und n-Dosis (PSI, CERN)
in-situ- Messung	- Umgebung der Kernanlagen - ganze Schweiz nach speziellem Programm	- direkte vor-Ort-Messung des γ-Spektrums - Bestimmung des Radionuklidgehaltes des Bodens und deren Beiträge zur Ortsdosis
Luft	- 12 Aerosolsammler: ca. 40 m^3/h - 5 High-Volume-Sampler: ca. 700 m^3/h - RADAIR: Aerosolwarnnetz 11 Stellen on-line-Messung mit Datenfernübertragung siehe auch: [8] - ^{85}Kr-Messungen an Luftproben vom Jungfraujoch	- Aerosolsammler und High-Volume-Sampler: kontinuierlich Sammlung auf Aerosolfiltern mit γ-Spektrometrie im Labor: Nachweisgrenze für ^{137}Cs: 1 $\mu Bq/m^3$ bzw. 0.1 $\mu Bq/m^3$ - RADAIR: 11 Stationen α/β-Messung (FHT-59S), 3 Stellen mit Jod-Monitor (FHT-1700); 1 Stelle: nuklidspezifischer Monitor (FHT-59N1)
Niederschläge	- Regensammlerstationen an 9 Standorten inkl. Umgebung der KKW, sowie Forschungsanlagen und Industrien	- Regensammler mit Trichtern von 1 m^2 Fläche, wöchentlich γ-Spektrometrie der Rückstand; Nachweisgrenze für ^{137}Cs: 10 mBq/l (monatliche Probe) - An 12 Stellen Sammlung der Niederschläge für die Tritiumbestimmung; eine Stelle: Bestimmung des Tritiumgehaltes in der Luftfeuchte.
aquatisches Milieu	- Kontinuierlich gesammelte Wochenproben aus Rhein, Rhone, Ticino und Doubs sowie oberhalb und unterhalb der KKW - bei den KKW auch Grundwasser, Sedimente, Fische, Wasserpflanzen	- γ- und α-Spektrometrie - Tritium-Messung
Erde	- 30 Stellen in den Alpen, dem Mittelland, dem Jura, auf der Alpensüdseite - inkl. Umgebung der KKW, PSI, CERN	- Erdschicht 0-5 cm für ^{90}Sr-Bestimmung und γ-Spektrometrie und z.T. α-Spektrometrie
Bewuchs (Gras, Pflanzen)	- gleiche Stellen wie Erdboden - Baumblätter aus Umgebung KKW, Kehrichtverbrennungsanlage Basel und Referenzstation	- Gras zweimal jährlich; γ-Spektrometrie und ^{90}Sr - Bäumblätter ^{14}C-Bestimmung (jährlich)
Milch	- gleiche Regionen wie Erde und Gras	- γ-Spektrometrie und ^{90}Sr-Messung Einzel- und Sammelmilchproben
andere Lebensmittel	- Getreidemischproben aus verschiedenen Regionen und Umgebung KKW - Weitere Proben nach Bedarf, z.B. Gemüse Umgebung KKW, Mineralwässer, Wildpilze, Importproben etc.	- γ-Spektrometrie - ^{90}Sr-Bestimmung
menschlicher Körper	- Schulklassen Genf und Basel - Mitarbeiter PSI - Zahnärzte, Schulzahnkliniken und pathologische Institute aus verschiedenen Gegenden	- Ganzkörpermessungen in den Spitälern Basel und Genf und am PSI - ^{90}Sr-Bestimmungen an Wirbelknochen und Milchzähnen
Emissionen von KKW, Betrieben etc.	- Kernanlagen, Forschungsanlagen, etc. - Kläranlagen der Agglomerationen - Sickerwässer von Deponien	- Ablufilter, Abgas etc. - Abwässer aus Spitäler, Deponien, Kehrichtverbrennungsanlagen, Abwasserreinigungsanlagen - γ-, α- und ^{90}Sr-Messung

Tabelle 4 Routine-Überwachungsprogramm für die Umweltradioaktivität

Probe Messung	Region	Anzahl Stellen	Mess-ung	Häufig-keit	Probe	Messung	Beschreibung	erreichte Nachweisgrenze
Luft	Schweiz	58	kDm	kM	EGDI	EGDI	NADAM: Automatisches Dosiswarnnetz, Betrieb durch die Nationale Alarmzentrale (NAZ) in Zürich	—
	Umg. KKW	12 - 18	kDm	kM	EGDI	EHDI	MADUK: Automatisches Dosiswarnnetz in der Umgebung der Kernkraftwerke, Betrieb durch die Hauptabteilung für die Sicherheit der Kernanlagen (HSK)	—
	Umg. KKW	20 - 30	kS+pM	M	EGD	EGD	TLD und Neutronen-Dosimenter in der Umgebung der KKW	—
	Schweiz	10+1*)	kDm	kS	Aerosole	GA, GB, kB	RADAIR: Automatic Warnnetz für die Radioaktivität der Aerosole: 11 α/β-Monitore (FHT-59S), Betrieb durch die SUER	Alarme (kB): 1, 5 and 30 Bq/m^3
	Schweiz	3	kDm	kS	Gaseförmiges Jod	GeR	RADAIR: Automatic Warnnetz für das gasförmige Radiojod: 3 Jod-Monitore (FHT-1700); Betrieb durch die SUER	—
	Schweiz + Umg. KKW	12	kS+pM	M	Aerosole	GeR	Aerosolsammler (≈ 40 m^{3}h/h), Messung der Filter mittels Gamma-Spektrometrie im Labor	^{137}Cs: 1 µBq/m^3
	Schweiz	5	kS+pM	2W	Aerosole	GeR	Hochvolumen-Aerosolsammler (≈ 600 m^3/h), Messung der Filter mittels Gamma-Spektrometrie im Labor	^{137}Cs: 0.1 µBq/m^3
	BE+Alpen+)	2	kS+pM	M	Luft	^{85}Kr	durch Beta-Messung	—
Regen	Schweiz + Umg. KKW	12	kS+pM	W	Regenwasser	GeR, T	Regensammler mit 1 m^2 Fläche; GER mittels Ge-Gamma-Spektrometrie der eingedampften Proben	^{137}Cs: 10 mBq/l*M
	Umg. Ind.	8	kS+pM	W	Regenwasser	T	kleine Regensammler	0.5 Bq/l
in-situ	Schweiz + Umg. KKW	10 - 20	St"pM	J	Feld-Spektrometrie	γ-Spektrum	mehrere Stellen in der Umgebung jedes KKW sowie weitere Stellen in der ganzen Schweiz zur Bestimmung der Aktivität im oder auf dem Erdboden	–
Aquatisches Milieu	Schweiz + Umg. KKW	16	kS+pM	W	Oberflächenwasser	GeR, T	GER mittels Ge-Gamma-Spektrometrie der eingedampften Proben	^{137}Cs: 10 mBq/l T= 0.5 Bq/l
	Umgebung KKW	4	kS+pM	HJ	Grundwasser, Sedimente, Fische, Wasserpflanzen	GeR, T	verschiedene Messverfahren	^{137}Cs: 10 mBq/l T= 0.5 Bq/l
Trinkwasser	Schweiz	50	kS+pM	HJ	Trinkwasser	GeR, NR, T	Zusammenarbeit mit dem Centre d'Hydrogéologie der Universität Neuenburg (CHYN) und weiteren Stellen	^{137}Cs: 10 mBq/l T= 0.5 Bq/l
Erdboden	Schweiz + Umg. KKW	30	St+pM	J	Erdboden (Schicht 0 – 5 cm) ++)	GeR, K, Sr, AeR	Bodenschicht 0-5 cm; GeR mittels Ge-Gamma-Spektrometrie; Sr-Bestimmung mittels radiochemischer Analyse , AeR mittels radiochemischer Analyse	^{137}Cs: 1 Bq/kg
Pflanzen	Schweiz + Umg. KKW	33	St+pM	HJ	Gras	GeR, Sr	gleiche Stellen wie Erdproben, GeG mittels Ge-Gamma-Spektrometrie, ; Sr-Bestimmung mittels radiochemischer Analyse	^{137}Cs: 1 Bq/kg
Baumblätter	Schweiz + Umg. KKW	30	St+pM	J	Baumblätter	^{14}C	^{14}C-Bestimmung mit Beta-Counter (Uni Bern) oder mittels AMS (ETHZ)	—
Lebensmittel+)	Schweiz + Umg. KKW	26	St+pM	HJ	Milch	GeR, K, Sr	gleiche Stellen wie Erdproben, GeG mittels Ge-Gamma-Spektrometrie; Sr-Bestimmung mittels radiochemischer Analyse	^{137}Cs: 1 Bq/kg
	Schweiz + Umg. KKW	10	St+pM	J	Getreide	GeR, Sr	GeR mittels Ge-Gamma-Spektrometrie; Sr mittels radiochemischer Analyse	^{137}Cs: 1 Bq/kg
menschl. Körper	Schweiz	20-40	St+pM	J	menschlicher Körper Wirbelknochen und Milchzähne	Cs, K, Sr	Ganzkörpermessungen mit Antropospektrometer (Kantonsspital BS und GE) Sr-Bestimmung mittels radiochemischer Analyse	—

Legende:
Ind = Industrien; **kS** = **k**ontinuierliche **S**ammlung; **kM** = **k**ontinuierliche **M**essung; **St** = **St**ichproben; **pM** = **p**eriodische **M**essung; KDm = **k**ontinuierliche **D**irekt**m**essung; **EGDI** = **E**xterne **G**amma **D**osis**I**eistung mit GM-Zählrohr; **EGD** = **E**xterne **G**amma **D**osis mittels TLD; **GeR** = **G**amma **e**mittierende **R**adionuklide mittels Ge-Gammaspektrometrie; **Sr** = ^{90}Sr mit radiochemischer Analyse; **AeR** = **A**lpha **e**mittierende **R**adionuklide mittels radiochemischer Analyse; **GA** = **G**esamt-**A**lpha Aktivität; **GB** = **G**esamt-**B**eta Aktivität; **kB** = künstliche **B**eta Aktivität mit dem Alpha Beta Pseudo-Koinzidenz-Difference-Verfahren; **T** = **T**ritium durch Liquid Szintillations-Messung; **W** = **W**öchentlich; **M** = **M**onatlich; **HJ** = **H**alb-**J**ährlich; **J** = Jährlich; ***)** eine im Fürstentum Liechtenstein; **+)** In der Hochalpine Forschungsstation Junfraujoch auf 3400 m; +) weitere Lebensmittel (Wild, Pilze, Importwaren, etc.) nach Bedarf um speziellem Programm; ++) bei Bedarf auch tiefere Schichten.

Tabelle 5 Technische Daten der bestehenden Systeme für die Überwachung der Atmosphäre

Überwachter Parameter	n=	Sammel-dauer	Menge	Messung	Datenfern-übertra-gung	Nachweis-grenze	Empfind-lichkeit	Schnellig-keit (4)
Aerosole								
MobLuSa: mobile Aerosol/Jod-Sammler, stationiert bei den Laboratorien (1)	12	30 min.	40 l/min.	γ	nein	γ:1 Bq/m^3	sehr gering	kurz: 1 - 2 h
FWP: kleine Aerosolsammler: Fribourg, Villigen, Morges, Saignelégier, Stein, Romanshorn, Weissfluhjoch, Locarno, KKM, KKG, KKL; Messung der Filter bei Bedarf im Labor	12	1 Woche	40-50 m^3/h	γ	nein	γ:1 - 3 µBq/m^3	hoch	lang: 150-300 h
RADAIR: Alpha/Beta-Monitor: Fribourg, La Chaux-de-Fonds, Genf-CERN, Sitten, Jungfraujoch, Bellinzona, Weissfluhjoch-Davos, Vaduz, Güttingen, Villigen-PSI, Basel	11	kont. Sammlung	10 m^3/h	α/β	ja	β: 0.5 Bq/m^3 (5)	gering	kurz: 30 min
RADAIR: nuklidspezifischer Monitor: Fribourg	1	kont. Sammlung	18 m^3/h	γ	ja (lokal)	γ: 10 mBq/m^3	gering	kurz: 2 h
HVS: High-Volume-Sampler: Oberschrot, Genf-CERN, Mte-Ceneri, Güttingen, Klingnau	5	1 Woche	400-600 m^3/h	γ	nein	γ: 0.1 - 0.3 µBq/m^3	sehr hoch	lang: 150 - 300 h
HF: Höhenflugfilter, Probenahme in 10-15 km (gemäss Einsatzkonzept) (2)	2	Stichprobe	1000-2000 m^3	γ	nein		hoch	mittel: 24 h
Gase								
RADAIR: Jod-Monitor: Fribourg, Bellinzona, Villigen-PSI	3	kont. Sammlung	5 m^3/h	γ	ja	Jod: 0.5 Bqh/m^3	gering	kurz: 30 min.
Edelgase: ^{85}Kr (3) (Universität Bern)	1	Stichprobe	—	β	nein		hoch	≈ Wochen
^{14}C in Baumblättern (3) (Uni Bern, ETH-Z)	1	Stichprobe	—	β od.ICP-MS	nein		hoch	≈ Wochen
Niederschläge								
Regensammler: Fribourg, Valsainte, Cernier, Locarno, Davos, KKM, KKG, KKL, KKB	9	1 Woche	1 m^2 Fläche	γ	nein	γ: 20 mBq/l*Mo	hoch	monatlich

(1) nur für Notfalleinsatz
(2) ab 2004 Einsatzbereit für Notfälle sowie 6 Sammelflüge pro Jahr
(3) Universität Bern und oder ETHZ
(4) Zeit ab Sammelbeginn bis Resultat vorliegt
5) Drei Alarmschwellen: 1, 5 und 30 Bq/m^3